

УДК: 633.11,321": 631.5(470.56)

## ПРОДУКТИВНАЯ ВЛАГА В СВЯЗИ С ПРИЁМАМИ АГРОТЕХНИКИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ОРЕНБУРГСКОМ ПРИУРАЛЬЕ

**Бесалиев Ишен Насанович**, д-р с.-х. наук, ведущий науч. сотр., зав. отделом технологий зерновых культур, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1.

E-mail: omiish\_tzk@mail.ru

**Панфилов Александр Леонидович**, канд. с.-х. наук, ведущий науч. сотр. отдела технологий зерновых культур, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1.

E-mail: omiish\_tzk@mail.ru

**Ключевые слова:** обработка, почва, пшеница, корреляция, урожайность.

*Статья публикуется по теме госзадания 0761-2019-0004.*

*Цель исследований – повышение урожайности яровой твёрдой пшеницы в условиях Оренбургского Приуралья. В связи с нарастанием засушливости климата наблюдается недостаток продуктивной влаги в почве, что на фоне роста температуры воздуха создает резко неблагоприятные условия формирования урожая. Метод исследований – полевой эксперимент. Полевые опыты проведены в условиях центральной зоны Оренбургской области в зоне южных черноземов. Изучены два приема основной обработки почвы – вспашка, безотвальное рыхление зяби на глубину 25-27 см и фон без основной обработки почвы. Опыты заложены в соответствии с требованиями методики полевых исследований. Полевая влажность почвы определялась весовым методом, расчет корреляционных отношений – с использованием программы Statistica 6.0. Установлено, что урожайность изучаемой культуры не имеет достоверной связи с запасами продуктивной влаги к севу в горизонтах почвы 0-30 см и 30-60 см и положительно коррелирует с их количеством в горизонте 60-100 см и в метровом (0-100 см) горизонте. В фазе колошения содержание полезной влаги как в посевном (0-30 см), основном корнеобитаемом (30-60 см) и более глубоких слоях почвы (60-100 см), а также её количество в метровом горизонте положительно связано с урожайностью яровой твёрдой пшеницы. Корреляционные отношения соответственно по горизонтам составляют 0,743; 0,801; 0,954; 0,828, т.е. после колошения возрастает роль влаги, содержащейся ниже полуметрового слоя почвы. Наиболее важное значение для формирования урожая яровой твёрдой пшеницы имеет накопление продуктивной влаги в горизонтах почвы 30-60 см и ниже. Безотвальное рыхление зяби способствует лучшему проникновению влаги в подпахотные слои почвы и увеличению её запасов.*

## PRODUCTIVE MOISTURE IN CONNECTION WITH THE AGRONOMIC PRACTICES AND YIELD OF SPRING DURUM WHEAT IN THE ORENBURG PRIURALYE

**I. N. Besaliev**, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Head of the Department of grain crops technology FSBI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agro Technologies of the Russian Academy of Sciences». 460051, Orenburg, Gagarin Prospect, 27/1.

E-mail: omiish\_tzk@mail.ru

**A. L. Panfilov**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the department of Grain Crops Technology FSBI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agro Technologies of the Russian Academy of Sciences». 460051, Orenburg, Gagarin Prospect, 27/1.

E-mail: omiish\_tzk@mail.ru

**Keywords:** processing, soils, wheat, correlation, productivity.

The published article relates to the topic of the state assignment 0761-2019-0004.

The research is targeted at the increase of the yield of spring durum wheat in the conditions of the Orenburg Urals. Climate aridity happens, there is lack of moisture in the soil, which creates unfavorable conditions for the formation of the crop against the background of rising air temperature. This is a field experiment. Field experiments were conducted in the conditions of the Central zone of the Orenburg region in the zone of southern chernozems. Two methods of main tillage – plowing and soil loosening to a depth of 25-27 cm, background without the main tillage were studied. The

experiments are in accordance with the requirements of the field research methodology. Field soil moisture was determined by weight method, calculation of correlation relations – using Statistica 6.0 program. It is established that the yield of the studied crop has no reliable connection with the reserves of productive moisture to sowing in the soil horizons of 0-30 cm and 30-60 cm and positively correlates with their amount in the horizon of 60-100 cm and in the meter (0-100 cm) horizon. In the heading phase, the content of useful moisture in both the sowing (0-30 cm), the main root (30-60 cm) and deeper layers of soil (60-100 cm), as well as its amount in the meter horizon is positively associated with the yield of spring durum wheat. Correlation ratios, respectively, in the horizons are 0.743; 0.801; 0.954; 0.828, i.e. after heading, the role of moisture contained below the half-meter soil layer increases. The most important for the formation of the harvest of spring durum wheat is the accumulation of moisture required in the soil horizons 30-60 cm and below. Soil loosening allows better penetration of moisture into the subsurface layers and increases its reserves.

Количество доступной влаги в почве определяет урожайность любой сельскохозяйственной культуры. В богарных условиях основные пути поступления и накопления влаги в почве – это осенне-зимние осадки, определяющие весенний запас влаги перед посевом и осадки периода вегетации.

В последние годы вследствие усиления аридности климата засушливых регионов не-достаток почвенной влаги ощущается более остро. Снижается количество накапливаемой влаги как перед посевом из-за малого выпадения осадков, наличия малоснежных зим, быстрого поверхностного стока, а также из-за уменьшения количества осадков в период вегетации. Отрицательное влияние климатических факторов проявляется и через нарастание как средней температуры воздуха в наиболее важные периоды вегетации и особенно её максимальных значений.

Поиск путей увеличения и сохранения количества полезной влаги в период вегетации предполагает изучение различных вариантов технологии: сроки сева, внесение удобрений, предшественники, обработка почвы и др. В последние годы многие исследователи и практики в области сельского хозяйства изучают и внедряют разные системы основной обработки почвы для улучшения её водно-физических показателей, а также с точки зрения экономической целесообразности. Учитывая повышенную затратность отвальной вспашки и отрицательное воздействие её постоянного применения, приводящее к эрозии почв, в качестве альтернативы рассматриваются различные варианты ресурсосберегающих технологий.

Изучение разных приёмов основной обработки почвы для улучшения её водно-физических свойств показывает неоднозначность оценок, которая зависит от зоны проведения исследований и связанными с ней климатическими и почвенными особенностями. Так, в условиях Оренбургского Предуралья для формирования урожайности яровой твёрдой пшеницы до 31,6 ц с 1 га необходим запас продуктивной влаги перед посевом от 91,5 до 172,3 мм и сумма осадков за вегетацию в количестве 106,0-262,4 мм [1]. Установлена эффективность ресурсосберегающих способов обработки почвы в сравнении с традиционной вспашкой в условиях лесостепи Среднего Поволжья [2], а также в Татарстане [3]. Для условий Правобережья Саратовской области выявлено преимущество вспашки для накопления влаги в метровом слое почвы в сравнении с комбинированной минимальной и нулевой обработками [4]. Для условий лесостепи Красноярского края выявлено, что запасы продуктивной влаги и их сезонная динамика в пахотном слое агроценоза пшеницы не обусловлены типом основной обработки почвы, а в большей степени зависят от количества осадков [5].

В этом смысле применение полосной обработки под зябь на глубину до 0,4 м, по данным В. В. Бородычёва и А. С. Семененко [6], позволяет создавать гребнистый профиль с разрушением «плужной подошвы», наблюдаемой при отвальной вспашке, и способствовать увеличению запасов продуктивной влаги в подпахотных горизонтах. По результатам опытов в зоне Нижнего Поволжья [7], безотвальная обработка почвы проявляет преимущество в плане усвояемости осадков над отвальной вспашкой и поверхностной обработкой по яровой пшенице соответственно на 15,3 и 21,4%, а в посевах ячменя – на 11,9-21,2% в годы с любой интенсивностью осадков.

Противоэрозионная система обработки почвы показала свою эффективность для накопления влаги и водопроницаемости почвы в зоне серых лесных почв [8].

Существует мнение о том, что более эффективному использованию летних осадков в условиях Оренбургского Предуралья способствует обработка почвы по технологии No-till, хотя она уступает другим способам обработки почвы в накоплении осадков в холодный период [9, 10].

Таким образом, количество продуктивной влаги в почве и её распределение в различных горизонтах, определяемое в значительной мере способами обработки почвы и различными технологиями, играет важное значение в формировании продуктивности возделываемых культур. При этом обнаруживается неоднозначность оценок роли вариантов обработок почвы, что вполне объяснимо дополнительным влиянием условий лет, типов почвы.

**Цель исследований** – повышение урожайности яровой твёрдой пшеницы в условиях Оренбургского Приуралья.

**Задача исследований** – определить влияние различных приёмов обработки почвы на накопление продуктивной влаги в различных горизонтах почвы и на урожайность яровой твёрдой пшеницы.

**Материалы и методы исследований.** Материал для исследований – данные полевых опытов с яровой твёрдой пшеницей на фоне различных приёмов основной обработки почвы (вспашка, безотвальное рыхление и фон без основной обработки почвы). В течение 2006-2012 гг. изучались все три приёма обработки почвы, в 2016-2018 гг. – вспашка и безотвальное рыхление. Почвы – чернозём южный, маломощный, среднесуглинистый, солонцеватый, рН почвенного раствора 6,8-6,9.

Варианты обработки почвы закладывались осенью предшествующего года. Вспашка проводилась плугом ПН-5-35 на глубину 25-27 см, безотвальное рыхление – плугами со стойками СИБИМЭ на ту же глубину. Весной проводилось покровное боронование, предпосевная культивация на глубину 6-8 см. Посев сеялкой СН-16, норма высева семян – 4,5 млн. После посева – прикатывание.

Количество осадков за осенние месяцы составило от 78 мм (79% нормы) в 2018 году до 148 мм (149% нормы) в 2016 году. В среднем за годы опытов оно было в пределах среднемноголетнего – 105 мм (106%). В период за декабрь-февраль сумма осадков в среднем составила немного (92%) ниже нормы – 76 мм с отклонениями от наименьшего количества (39% нормы) в 2012 году до 187% от нормы или 153 мм в 2016 году. В марте-апреле количество осадков во все годы было выше нормы, за исключением одного года (2017 г. – 60%).

Сумма осадков за период вегетации яровой пшеницы в большинстве лет исследований (7 из 10) была ниже нормы, существенно ниже: в 2009 г. – 60%, 2010 г. – 11%, 2018 г. – 62%. Три года количество выпавших осадков превышало среднемноголетние значения на 15-54%. Таким образом, по характеру увлажнения период вегетации характеризовался как засушливый с недобором осадков.

Определение количества продуктивной влаги проводилось сразу после посева и в фазу колошения яровой твёрдой пшеницы. Отбор проб – ручным почвенным буром на глубину один метр через каждые 10 см. Сушка почвы – в сушильном шкафу ШС-80-01 СПУ при температуре 105°C до постоянного веса. Расчёт корреляционно-регрессионных отношений – по программе Statistica 6,0.

**Результаты исследований.** Объёмная масса почвы ( $г/см^3$ ) по вариантам вспашки и безотвального рыхления зяби в период посева различалась незначительно. По вспашке в слое 0-10 см – 1,10  $г/см^3$ , в слое 10-20 см – 1,12  $г/см^3$ , в слое 20-30 см – 1,23  $г/см^3$ ; после безотвальной обработки значения плотности почвы соответственно по слоям составили 1,12; 1,13 и 1,23  $г/см^3$ . При отсутствии основной осенней обработки объёмная масса почвы возрастала и составляла в слое 0-10 см 1,18  $г/см^3$ , в слое 10-20 см – 1,15  $г/см^3$  и слое 20-30 см – 1,24  $г/см^3$ . Измерение температуры посевного слоя почвы в период от посева до полных всходов показало наличие значимых различий по приёмам обработки почвы в годы с резким нарастанием температуры воздуха весной. В такие годы (2006, 2010 гг.) на фоне вспашки температура почвы в слое 0-10 см на 3,5-5,0°C превышала температуру этого же слоя на фоне безотвального рыхления зяби и фоне без обработки. В слое 10-20 см соответствующее превышение составило 3,5°C. В слое 20-30 см различия не обнаружались. В то же время отмечается довольно быстрое (к появлению полных всходов) выравнивание температурного режима по разным приёмам обработки почвы как в верхнем, так и в более глубоких слоях.

Изучение зависимости урожайности яровой твёрдой пшеницы от запасов продуктивной влаги к севу показало отсутствие достоверной связи для горизонтов почвы 0-30 см и 30-60 см и наличие высокой положительной корреляции с количеством влаги в более глубоких слоях (60-100 см), а также в метровом (0-100 см) слое почвы (табл. 1, рис. 1).

**Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от содержания продуктивной влаги в различных горизонтах почвы при разных приёмах основной обработки почвы в период сева**

Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v, %	η <sub>yx</sub>	F	
				факт.	теор. <sup>01</sup>
1. Содержание продуктивной влаги в слое почвы 60-100 см, мм x <sub>1</sub>	<u>11,9 – 63,0</u> 40,5 ± 12,4	30,6	-	-	-
2. Урожайность, т с 1 га y <sub>1</sub>	<u>0,17 – 1,65</u> 1,04 ± 0,50	47,7	0,792	2,58	2,39
$y_1 = -1,324 + 0,376x_1^{0,5} \pm 0,31$ т с 1 га, для 62,70% случаев					
3. Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, мм x <sub>2</sub>	<u>76,5 – 132,4</u> 105,6 ± 14,9	14,2	-	-	-
4. Урожайность, т с 1 га y <sub>2</sub>	<u>0,10 – 2,16</u> 1,01 ± 0,58	57,5	0,823	2,83	2,43
$y_2 = -3,546 + 6,059E-02x_2 - 1,808 x_2^2 \pm 0,26$ т с 1 га, для 67,71 % случаев					



Рис. 1. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от содержания продуктивной влаги в горизонтах почвы в период сева

Согласно полученным графикам, максимальной урожайности изучаемой культуры в условиях засушливой зоны Оренбургского Приуралья в пределах 1,48-1,72 т с 1 га соответствуют запасы продуктивной влаги для горизонта почвы 0-30 см в количестве 33,7 мм, в слое 30-60 см – 29,9 мм, в слое 60-100 см – 44,3 мм, для горизонта 0-100 см – 105,7 мм.

За годы проведения опытов (10 лет) такое сочетание количества влаги по горизонтам почвы достигалось один раз (2007 г.).

Полученные закономерности подчёркивают важность накопления полезной влаги в более глубоких горизонтах (0-60 см и ниже). Влага, содержащаяся в верхних слоях почвы, важна для получения всходов и кущения яровой пшеницы. В последующем она из этих горизонтов испаряется, если не наблюдаются дополнительные осадки.

При безотвальной рыхлени зяби и без осенней обработки в верхнем (0-30 см) горизонте накапливается немного больше влаги, чем при отвальной вспашке. Преимущество в слое 30-60 см и в целом в слое 0-100 см сохраняется за фоном безотвальной обработки. Объясняется это наличием стерни на этих фонах (табл. 2).

В фазе колошения зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от содержания влаги существенна для всех изученных горизонтов. Степень полученных связей, выраженная через коэффициенты корреляционных отношений, увеличивается от верхних горизонтов до более глубоких (корреляционное отношение (η) для слоя почвы 0-30 см – 0,743, для слоя 30-60 см – 0,801, для слоя 60-100 см – 0,954), в целом для метрового горизонта – 0,828. Эта закономерность показывает значение влаги, содержащейся в горизонтах почвы, где обычно после фазы колошения распространяется корневая система яровой пшеницы (табл. 3, рис. 2).

Таблица 2

Содержание продуктивной влаги в различных горизонтах почвы в период сева яровой твёрдой пшеницы при разных приёмах основной обработки почвы

Приём	Годы	Продуктивная влага (мм) по горизонтам почвы
-------	------	---

основной обработки почвы		0-30 см	30-60 см	60-100 см	0-100 см
Вспашка	2006-2012	37,9	34,2	43,1	115,2
Безотвальное рыление		39,9	35,9	48,4	124,2
Без основной обработки		40,6	34,0	42,4	117,0
Вспашка	2006-2012	35,7	32,2	41,1	109,0
Безотвальное рыление	2016-2018	37,9	38,3	38,0	114,2

Таблица 3

Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от запасов продуктивной влаги в различных горизонтах почвы в период колошения

Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v, %	η <sub>yx</sub>	F	
				факт.	теор. <sub>01</sub>
1. Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-30 см, мм x <sub>1</sub>	<u>0,1 – 37,9</u> 8,8 ± 10,8	123,0	-	-	-
2. Урожайность, т с 1 га y <sub>1</sub>	<u>0,49 – 1,65</u> 1,05 ± 0,34	32,2	0,743	2,06	1,86
$y_1 = 0,809 + 4,03E-02x_1 - 5,99E-04x_1^2 \pm 0,24$ т с 1 га, для 55,16 % случаев					
3. Содержание продуктивной влаги в слое почвы 30-60 см, мм x <sub>2</sub>	<u>0,1 – 29,9</u> 5,8 ± 7,7	132,6	-	-	-
4. Урожайность, т с 1 га y <sub>2</sub>	<u>0,43 – 1,65</u> 1,05 ± 0,34	32,1	0,801	2,58	2,43
$y_2 = 0,789 + 6,723E-02x_2 - 1,427E-03x_2^2 \pm 0,21$ т с 1 га, для 64,24 % случаев					
5. Содержание продуктивной влаги в слое почвы 60-100 см, мм x <sub>3</sub>	<u>0,10 – 44,3</u> 15,5 ± 13,3	85,8	-	-	-
6. Урожайность, т с 1 га y <sub>3</sub>	<u>0,19 – 1,76</u> 1,05 ± 0,46	44,4	0,954	10,39	2,43
$y_3 = 0,368 + 0,0664x_3 - 8,510E-04x_3^2 \pm 0,14$ т с 1 га, для 91,11% случаев					
7. Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, мм x <sub>4</sub>	<u>2,5 – 105,7</u> 30,0 ± 28,9	96,4	-	-	-
8. Урожайность, т с 1 га y <sub>4</sub>	<u>0,15 – 1,70</u> 1,06 ± 0,49	46,4	0,828	2,94	2,43
$y_4 = 0,397 + 3,598E-02x_4 - 2,447E-04x_4^2 \pm 0,29$ т с 1 га, для 68,56 % случаев					

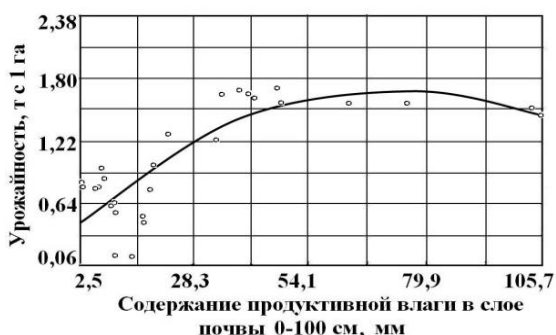
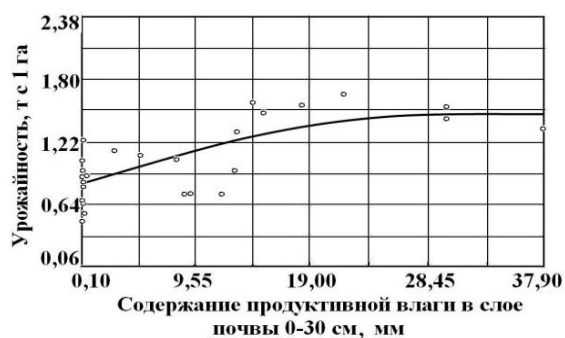


Рис. 2. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от содержания продуктивной влаги в горизонтах почвы в фазе колошения

По вариантам основной обработки почвы для накопления и сохранения продуктивной влаги к фазе колошения просматривается некоторое преимущество стерневых фонов, в частности, безотвального рыления зяби (табл. 4).

Таблица 4

**Содержание продуктивной влаги в различных горизонтах почвы в фазе  
колошения яровой твёрдой пшеницы при различных приёмах основной обработки**

Приём основной обработки почвы	Годы	Продуктивная влага (мм) по горизонтам почвы			
		0-30 см	30-60 см	60-100 см	0-100 см
Вспашка	2006-2012	9,8	7,5	17,5	34,8
Безотвальное рыхление		11,8	7,0	19,7	38,5
Без основной обработки		10,2	7,3	15,4	32,9
Вспашка	2006-2012	6,9	5,4	16,4	28,7
Безотвальное рыхление	2016-2018	8,3	5,9	19,6	33,8

В слое 0-30 см к данной фазе по безотвалному фону содержится влаги на 20,3-20,4% больше, чем по отвальной зяби. В горизонте 30-60 см различия по фонам обработки малосущественны. А в более нижнем слое (60-100 см) преимущество у безотвальной обработки, после которой количество влаги в данном горизонте выше, чем по вспашке на 12,6-19,5%. В метровом горизонте к фазе колошения на стерневом фоне сохраняется полезной влаги на 10,6-17,7% больше, чем на вспаханной зяби.

**Заключение.** Для условий Оренбургского Приуралья урожайности яровой твёрдой пшеницы до 1,48-1,72 т с 1 га соответствует количество доступной влаги в слое почвы 0-30 см 33,7 мм, в слое 30-60 см – 29,9 мм, в горизонте 60-100 см – 44,3 мм. Степень корреляционных связей урожайности и содержания влаги в фазе колошения возрастает от верхних горизонтов (0-30 см – 0,743) до более глубоких (30-60 см – 0,801, 60-100 см – 0,954). Безотвальное рыхление зяби способствует лучшему проникновению влаги в горизонт почвы 30-60 см, 60-100 см, где в фазе колошения обнаруживается влаги больше, чем по вспашке, на 12,6-19,5 мм.

Библиографический список

1. Крючков, А. Г. Вероятность формирования урожайности яровой твёрдой пшеницы в связи с различным количеством доступной влаги в степной зоне Оренбургского Предуралья / А. Г. Крючков, В. И. Елисеев // Известия Оренбургского ГАУ. – 2016. – №4 (60). – С. 20-24.
2. Немцев, С. Н. Почвозащитные влаго- и ресурсосберегающие способы обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Ульяновской области / С. Н. Немцев, Е. В. Кузина // Доклады РАСХН. – 2011. – №4. – С. 42-44.
3. Тагиров, М. Ш. Влияние способов основной обработки на водно-физические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы / М. Ш. Тагиров, Р.С. Шакиров, И.Г. Гиладев // Земледелие. – 2015. – №8. – С. 20-21.
4. Абросимов, А. С. Энергосберегающие технологии обработки почвы под чечевичу в Правобережье / А. С. Абросимов, Е. П. Денисов, А. П. Солодовников // Земледелие. – 2013. – №7. – С. 38-40.
5. Кураченко, Н. Л. Запасы продуктивной влаги в агроценозах пшеницы, возделываемых по ресурсосберегающим технологиям / Н. Л. Кураченко, А. А. Картавых, Н. И. Ржевская // Вестник Красноярского ГАУ. – 2014. – №5 (92). – С. 58-63.
6. Бородычёв, В. В. Закономерности послойного распределения общей и продуктивной влаги при разных способах обработки почвы под нут / В. В. Бородычёв, А. С. Семенов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №3 (47). – С. 21-29.
7. Селиванова, В. Ю. Влагообеспеченность яровых культур в севообороте с различной обработкой почвы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №1 (49). – С. 154-161.
8. Корчагин, А. А. Влияние систем обработки на водный режим серой лесной почвы / А. А. Корчагин, Л. И. Ильин, Т. С. Бирик [и др.] // Земледелие. – 2015. – №8. – С. 22-25.
9. Бакиров, Ф. Г. Эффективность использования влаги ресурсосберегающими технологиями в растениеводстве Оренбуржья / Ф. Г. Бакиров, Г. В. Петрова, А. П. Долматов [и др.] // Известия Оренбургского ГАУ. – 2016. – №6 (62). – С. 198-201.
10. Поляков, Д. Г. Динамика влажности чернозёмов южных Оренбуржья при прямом посеве и основной обработке почвы / Д. Г. Поляков, А. В. Халин, Ф. Г. Бакиров [и др.] // Бюллетень Оренбургского научного центра Уро РАН. – 2016. – №4. – 6 с.

1. Kryuchkov, A. G., & Eliseev, V. I. (2016). Veroiatnost formirovaniya urozhainosti yarovoi tvordoi pshenitsy v sviazi s razlichnym kolichestvom dostupnoi vlagi v stepnoi zone Orenburgskogo Preduraliia [The Probability of formation of productivity of spring durum wheat in conjunction with different amounts of available moisture in the steppe zone of the Orenburg region]. *Izvestija Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 4 (60), 20-24 [in Russian].
2. Nemtsov, S. N., & Kuzina, E. V. (2011). Pochvozashchitnyie vlago- i resursoberegaiushchiie sposoby obrabotki pochvy pri vozdeleyvanii yarovoi pshenitsy v lesostepi Uliianovskoi oblasti [Soil-protective water- and resource-saving methods of tillage in the cultivation of spring wheat in the forest-steppe of the Ulyanovsk region]. *Doklady Rossiiskoi Akademii seliskokhoziaistvennykh nauk – Russian Agricultural Sciences*, 4, 42-44 [in Russian].
3. Tagirov, M. S., Shakirov, R. S., & Gilaev, I. G. (2015). Vliianiie sposobov osnovnoi obrabotki na vodno-fizicheskie pokazateli pochvy i produktivnost yarovoi pshenitsy [Influence of methods of basic processing on water-physical indicators of soil and productivity of spring wheat]. *Zemledelie – Zemledelie*, 8, 20-21 [in Russian].
4. Abrosimov, A. S., Denisov, E. P., & Solodovnikov, A. P. (2013). Ehnergoberegaiushchiie tekhnologii obrabotki pochvy pod chechevitsu v Pravoberezhie [Energy-Saving technologies of tillage for lentils in the right Bank]. *Zemledelie – Zemledelie*, 7, 38-40 [in Russian].
5. Kurachenko, N. L., Kartavykh, A. A., & Rzhetskaya, N. I. (2014). Zapasy produktivnoi vlagi v agrotsenozah pshenitsy, vozdeleyvaemykh po resursoberegaiushchim tekhnologiyam [Reserves of productive moisture in wheat agrocenoses cultivated by resource-saving technologies]. *Vestnik Krasnoiarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of KrasSAU*, 5 (92), 58-63 [in Russian].
6. Borodychev, V. V., & Semenenko, A. S. (2017). Zakonomernosti posloinogo raspredeleniia obshchei i produktivnoi vlagi pri raznykh sposobakh obrabotki pochvy pod nut [Regularities of layer-by-layer distribution of the total and productive moisture under different methods of tillage for chickpea]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie – Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*, 3 (47), 21-29 [in Russian].
7. Selivanova, V. Yu. (2018). Vлагообеспеченность яровых культур в севообороте с различной обработкой почвы в сухо-степной зоне Нижнего Поволжья [Moisture supply of spring crops in crop rotation with different tillage in the dry steppe zone of the Lower Volga region]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie – Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*, 1 (49), 154-161 [in Russian].
8. Korchagin, A. A., Ilin, L. I., Bibik, T. S., Petrosyan, R. D., & Markov, A. A. (2015). Vliianiie sistem obrabotki na vodnyi rezhim seroi lesnoi pochvy [Influence of treatment systems on the water regime of gray forest soil]. *Zemledelie – Zemledelie*, 8, 22-25 [in Russian].
9. Bakirov, F. G., Petrova, G. V., Dolmatov, A. P., Nesterenko, J. M., Harlin, A. V., & Polyakov, D. G. (2016). Ehffektivnost ispolizovaniia vlagi resursoberegaiushchimi tekhnologiyami v rastenievodstve Orenburzhia [The effectiveness of use of moisture saving technologies in crop production in the Orenburg region]. *Izvestiia Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 6 (62), 198-201 [in Russian].
10. Polyakov, D. G., Halin A. V., Bakirov F. G., Nesterenko J. M., & Vasilieva T. N. (2016). Dinamika vlazhnosti chernozyomov yuzhnykh Orenburzhii pri pryamom poseve i osnovnoi obra-botke pochvy [Dynamics of humidity of southern chernozems of the Orenburg region under direct sowing and primary tillage]. *Biulleten Orenburgskogo nauchnogo centra UrO RAN – Bulletin of the Orenburg Scientific Center Ural Branch Russian Academy of Sciences*, 4, 6 [in Russian].